



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Hiroshi SHIMANUKI et al.

Application No.: 09/764,391

Filed: January 19, 2001

Attorney Dkt. No.: 106145-00016

For: HUMIDIFIER

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

April 4, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-010972 filed on January 19, 2000

In support of this claim, certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these/this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,

Charles M. Marmelstein
Registration No. 25,895

Customer No. 004372
ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC
1050 Connecticut Avenue, N.W.,
Suite 600
Washington, D.C. 20036-5339
Tel: (202) 857-6000
Fax: (202) 638-4810
CMM/epb



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-010972

出 願 人

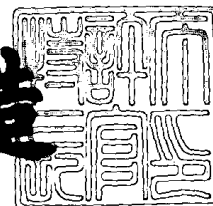
Applicant (s):

本田技研工業株式会社

2001年 1月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3111270

【書類名】 特許願

【整理番号】 H099952101

【提出日】 平成12年 1月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 島貫 寛士

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 草野 佳夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 鈴木 幹浩

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 片桐 敏勝

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

・ 【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加湿装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハウジングの長手方向に沿って配した多数の水透過性の中空糸膜を前記ハウジング内に収納し、前記中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を通流して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、

前記ハウジングの短手方向の略中央部に、前記中空糸膜の外側を通流する気体を通過させるバイパス通路が前記ハウジングの長手方向に沿って形成されており、

前記バイパス通路は前記中空糸膜よりも大径であり、

前記バイパス通路に前記中空糸膜の外側を通流する気体を導入する導入口と前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する排出口が形成されていることを特徴とする加湿装置。

【請求項 2】 前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する排出口が前記バイパス通路に複数形成され、これらの複数の排出口は前記バイパス通路の長手方向に離間して配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の加湿装置。

【請求項 3】 前記ハウジング内に前記中空糸膜の外側を通流する気体を導入する流入口と、前記ハウジングから前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する流出口が前記ハウジングに形成されており、

前記流入口および流出口は、前記バイパス管を隔てて互いに対向する位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池用加湿装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、加湿装置に関し、さらに詳しくは、中空糸膜を利用した加湿装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、電気自動車の動力源などとして燃料電池が注目されている。この燃料電池には、いわゆる固体高分子型燃料電池のものがある。この固体高分子型の燃料電池においては、燃料電池から排出された湿潤気体であるオフガスの水分を乾燥気体に水分交換する加湿装置が用いられている。このような燃料電池に用いられる加湿装置としては、電力消費量が少ないものが好適である。また、取り付けスペースが小さい、いわばコンパクト性が求められる。そのため、加湿装置としては超音波加湿、スチーム加湿、気化式加湿、ノズル噴射などの種類があるものの、燃料電池に用いられる加湿装置としては、中空糸膜を用いたものが好適に利用されている。

【0003】

従来の中空糸膜を用いた加湿装置として、たとえば特開平 7-71795 号公報に開示されたものがある。この加湿装置について図 14 を用いて説明すると、加湿装置 100 は、ハウジング 101 を有している。ハウジング 101 には、乾燥エアを導入する第一の流入口 102 および乾燥エアを排出する第一の流出口 103 が形成されており、ハウジング 101 の内部に多数、たとえば 5000 本の中空糸膜からなる中空糸膜束 104 が収納されている。

【0004】

また、ハウジング 101 の両端部には、中空糸膜束 104 の両端部を開口状態で固定する固定部 105、105' が設けられている。固定部 105 の外側には、湿潤エアを導入する第二の流入口 106 が形成されており、固定部 105' の外側には、中空糸膜束 104 によって水分を分離・除去された湿潤エアを排出する第二の流出口 107 が形成されている。さらに、固定部 105、105' はそれぞれ第二のヘッドカバー 108 および第二のヘッドカバー 109 によって覆われている。また、第二の流入口 106 は第一のヘッドカバー 108 に形成されており、第二の流出口 107 は第二のヘッドカバー 109 に形成されている。

【0005】

このように構成された中空糸膜を用いた加湿装置 100 において、第二の流入口 106 から湿潤エアを供給して中空糸膜束 104 を構成する各中空糸膜内を通

過させると、湿潤エア中の水分は、中空糸膜の毛管作用によって分離され、中空糸膜の毛管内を透過して、中空糸膜の外側に移動する。水分を分離させられた湿潤エアは、第二の流出口 1 0 7 から排出される。

【 0 0 0 6 】

一方、第一の流入口 1 0 2 からは乾燥エアが供給される。第一の流入口 1 0 2 から供給された乾燥エアは、中空糸膜束 1 0 4 を構成する中空糸膜の外側を通流する。中空糸膜の外側には、湿潤エアから分離させられた水分が移動してきており、この水分によって乾燥エアが加湿される。そして、加湿された乾燥エアは第一の流出口 1 0 3 から排出されるというものである。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 1 4 に示す従来の加湿装置 1 0 0 においては、乾燥エアを導入する第一の流入口 1 0 2 は、ハウジング 1 0 1 の長手方向における中央に寄った位置に形成されている。このため、ハウジング 1 0 1 に収納された中空糸膜束 1 0 4 における中空糸膜の外側を通る乾燥エアは、ハウジング 1 0 1 内で黒矢印で示すように、そのほとんどがハウジング 1 0 1 内の長手方向中央部を流れている。したがって、中空糸膜束 1 0 4 における端部に寄ったエリア S、S では十分な水分交換が行われていなかったため、中空糸膜内の透過水量に対して、水回収率が低くなってしまいうという問題があった。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の課題は、ハウジングに収納された中空糸膜束における端部でも水分交換を充分行うことができるようにすることによって、水回収率の向上を図ることにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決した本発明のうちの請求項 1 に係る発明は、ハウジングの長手方向に沿って配した多数の水透過性の中空糸膜を前記ハウジング内に収納し、前記中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を通流して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、

前記ハウジングの短手方向の略中央部に、前記中空糸膜の外側を通流する気体を通過させるバイパス通路が前記ハウジングの長手方向に沿って形成されており、

前記バイパス通路は前記中空糸膜よりも大径であり、

前記バイパス通路に前記中空糸膜の外側を通流する気体を導入する導入口と前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する排出口が形成されていることを特徴とする加湿装置である。

【 0 0 1 0 】

請求項 1 に係る発明においては、ハウジングの長手方向に沿って、中空糸膜の外側を通流する気体が通過するバイパス通路が形成されている。このバイパス通路は、中空糸膜よりも大径とされているので、ハウジング内に導入された中空糸膜の外側を通流する気体は、バイパス通路まで導入される。このバイパス通路を通過することによって、中空糸膜の外側を通流する気体をハウジング内の隅々まで送ることができる。したがって、ハウジング内における中空糸膜束の全域にわたって気体を供給することができるので、ハウジング内の端部における中空糸膜でも有効に水分交換を行うことができ、もって水回収率の向上に寄与することができる。

なお、本発明にいう「ハウジングの短手方向略中央部」とは、ハウジングの短手方向中央部（軸中心）に完全に一致することを意味するのではなく、中央部から若干ずれた位置をも含める意味である。さらに言えば、バイパス通路の周面が中空糸膜に囲まれている状態であればよい。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 に係る発明は、前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する排出口が前記バイパス通路に複数形成され、これらの複数の排出口は前記バイパス通路の長手方向に離間して配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の加湿装置である。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に係る発明においては、バイパス通路の長手方向に離間して複数の排出口が形成されているので、ハウジング内において、その長手方向にほぼ均等に

中空糸膜の外側を通流する気体を排出することができる。このため、ハウジング内に収納された中空糸膜のほぼ全域に中空糸膜の外側を通流する気体を供給することができるので、中空糸膜全体において水分交換を行うことができる。したがって、水回収率をさらに向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に係る発明は、前記ハウジング内に前記中空糸膜の外側を通流する気体を導入する流入口と、前記ハウジングから前記中空糸膜の外側を通流する気体を排出する流出口が前記ハウジングに形成されており、

前記流入口および流出口は、前記バイパス管を隔てて互いに対向する位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池用加湿装置である。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に係る発明においては、中空糸膜の外側を通流する気体の流入口と流出口がバイパス通路を隔てて対向する位置に形成されている。このため、流入口から導入された中空糸膜の外側を通流する気体は、ハウジング内の短手方向に移動しながら中空糸膜の外側を通過する。したがって、中空糸膜の外側を通流する気体の移動径路が長くなるので、充分水分交換を行うことができる。よって、水回収率がさらに向上することになる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して具体的に説明する。

図 1 は、燃料電池システムの全体構成図、図 2 は、燃料電池の構成を模式化した説明図である

まず、図 1 を参照して、本発明の実施の形態に係る加湿装置が適用される燃料電池システムの全体構成および作用について説明する。

【 0 0 1 6 】

燃料電池システム F C S は、固体高分子型の燃料電池 1、加湿装置 2、気液分離装置 3、空気圧縮機 4、燃焼器 5、燃料蒸発器 6、改質器 7、CO 除去器 8 および水・メタノール混合液貯蔵タンク（以下「タンク」という）T 等から構成さ

れる。

【 0 0 1 7 】

燃料電池 1 の内部は、酸素極側 1 a と水素極側 1 b に分かれており、酸素極側 1 a には酸化剤ガスとしての加湿空気が供給され、水素極側 1 b には燃料ガスとしての水素リッチガスが供給される。そして、電解質膜を介して水素と酸素とを化学反応させて化学エネルギーから電気エネルギーを取り出して発電を行う。

【 0 0 1 8 】

加湿空気は、乾燥気体である空気を圧縮し加湿することにより生成する。ここで、空気の圧縮は空気圧縮機 4 で行い、加湿は加湿装置 2 で行う。加湿装置 2 で空気の加湿は、燃料電池 1 の酸素極側 1 a から排出され水分を多量に含むオフガスと相対的に水分を少量しか含まない空気との間で、水分の交換を行うことによりなされるが、この点は後に詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

一方、燃料ガスは、原燃料である水とメタノールの混合液を蒸発、改質および CO 除去を行うことにより発生する。ここで、原燃料の蒸発は燃料蒸発器 6 で、改質は改質器 7 で、CO 除去は CO 除去器 8 で行う。

【 0 0 2 0 】

燃料蒸発器 6 にはタンク T に貯蔵された原燃料がポンプ P を介して供給され、改質器 7 には燃料蒸発器 6 で蒸発した原燃料ガスが供給され、CO 除去器 8 には改質器 7 で改質された燃料ガスが供給される。なお、改質器 7 では触媒の存在下、メタノールの水蒸気改質および部分酸化が行われる。また、CO 除去器 8 では触媒の存在下で選択酸化が行われ、CO が CO₂ に転換される。CO 除去器 8 は、CO の濃度を可及的に低減するため、No. 1 CO 除去器と No. 2 CO 除去器の 2 つから構成される。また、CO 除去器 8 には、選択酸化用の空気が空気圧縮機 4 から供給される。

【 0 0 2 1 】

なお、燃料電池 1 からは、反応生成物である水を多量に含む酸素極側 1 a のオフガスおよび未利用の水素を含む水素極側 1 b のオフガスが同時に発生するが、酸素極側 1 a のオフガスは、前記の通り加湿器 2 で空気の加湿用に使用された後

、水素極側 1 b のオフガスと混合され、気液分離装置 3 で水分が除去される。そして、水分が除去されたオフガスは、燃焼器 5 で燃焼され燃料蒸発器 6 の熱源として使用される。なお、燃焼器 5 には、メタノールなどの補助燃料および空気が供給され、燃料蒸発器 6 の熱量不足を補ったり燃料電池システム F C S の起動時の暖機を行ったりする。

【 0 0 2 2 】

次に、図 2 を参照して、燃料電池システムの中核をなす燃料電池の構成および作用について説明する。この図 2 における燃料電池 1 は、その構成を模式化して 1 枚の単セルとして表現してある（実際には燃料電池 1 は、単セルを 2 0 0 枚程度積層した積層体として構成される）。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、燃料電池 1 は、電解質膜 1 3 を挟んで酸素極側 1 a と水素極側 1 b とに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられており、酸素極 1 2 および水素極 1 4 を形成している。そして、酸素極側ガス通路 1 1 には酸化剤ガスとして加湿装置 2 で加湿された加湿空気が通流され、水素極側ガス通路 1 5 には原燃料から発生した水素リッチな燃料ガスが通流される。電解質膜 1 3 としては固体高分子膜、たとえばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜を電解質として用いたものが知られている。この電解質膜 1 3 は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で $20\ \Omega$ -プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。したがって、触媒の存在下で水素極 1 4 で水素がイオン化して生成したプロトンは、容易に電解質膜 1 3 中を移動して酸素極 1 2 に到達する。そして、酸素極 1 2 に到達したプロトンは、触媒の存在下、加湿空気中の酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水は、加湿空気とともに湿潤気体であるオフガスとして燃料電池 1 の酸素極側 1 a の出口から排出される。なお、水素極 1 4 では水素がイオン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- はモータなどの外部負荷 M を経由して酸素極 1 2 に達する。

【 0 0 2 4 】

このように加湿した加湿空気を酸化剤ガスとして燃料電池 1 に供給するのは、

電解質膜 13 が乾燥すると電解質膜 13 におけるプロトン導伝性が低くなって発電効率が低下するからである。従って、固体高分子型の燃料電池 1 を使用する燃料電池システム FCS においては、加湿が重要な意義を有する。

【0025】

続いて、図 3 ないし図 5 を参照して本発明の第 1 の実施形態に係る加湿装置について説明する。なお、図 3 ないし図 11 においては、本発明の「中空糸膜の内側を通流する気体」であるオフガスの流れを白矢印で示し、「本発明の中空糸膜の外側を通流する気体」である乾燥空気（加湿空気）の流れを黒矢印で示す。

第 1 の実施形態に係る加湿装置 2 は、図 3 (a) に示すように、略円柱形をした中空糸膜モジュール 21 を並列に 2 本有するとともに、箱型をした一端側分配器 22 および他端側分配器 23 を有し、全体として直方体形状とされている。2 本の中空糸膜モジュール 21、21 は、一端側分配器 22 および他端側分配器 23 により水平に所定の間隔を置いて配置され固定されている。また、各中空糸膜モジュール 21、21 のそれぞれには、一端側分配器 22 を介して乾燥空気の供給および湿潤したオフガスの排出、他端側分配器 23 を介して乾燥空気が加湿されてなる加湿空気の排出およびオフガスの供給がなされる。

【0026】

中空糸膜モジュール 21 は、図 3 (b) に示すように、ハウジング 21a を有している。このハウジング 21a には、図 4 および図 5 に示すように、その長手方向に沿って配した水透過性の中空糸膜を束ねて構成された中空糸膜束 21b が収納されている。中空糸膜は、内側から外側に達する口径数 nm（ナノメートル）の微細な毛管を多数有しており、毛管中では、蒸気圧が低下して容易に水分の凝縮が起こる。凝縮した水分は、毛管現象により吸い出されて水が中空糸膜を透過する。

【0027】

ハウジング 21a は、両端が開放された中空円筒形状をしており、その長手方向の一端側に乾燥空気をハウジング 21a 内に導入する 8 個の乾燥空気流入口 21c、21c…が周方向に離間して形成されている。その一方、ハウジング 21a における長手方向の他端側には、加湿された加湿空気の流出口となる 8 個の加

湿空気流出口 2 1 d, 2 1 d … が周方向に離間して形成されている。

【 0 0 2 8 】

また、図 5 に示すように、ハウジング 2 1 a の短手方向中央部には、乾燥空気を通過させるバイパス通路を形成する中空のバイパス管 2 1 e が配設されている。このバイパス管 2 1 e の内径は中空糸膜よりも大径であり、たとえば直径 1 c m ～ 5 c m とされている。このバイパス管 2 1 e の一端部側には、乾燥空気をバイパス管 2 1 e に導入するための導入口 2 1 f a, 2 1 f a … が周方向に離間して複数、たとえば 8 個所に形成されている。この導入口 2 1 f a, 2 1 f a … が形成されている位置は、ハウジング 2 1 a の長手方向一端部近傍とされている。このため、導入口 2 1 f a, 2 1 f a … から導入される乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内における長手方向一端部近傍を通過することになる。なお、この端部近傍とは、具体的にたとえば、後述する一端部側のポッティング部 2 1 g から 1 c m 程度の位置とされている。また、ポッティング部 2 1 g から 3 c m, 5 c m 程度の位置とすることもできる。

また、バイパス管 2 1 e の他端部側には、バイパス管 2 1 e 内を通過してきた乾燥空気を排出する排出口 2 1 f b, 2 1 f b … が周方向に離間して複数、たとえば 8 個所に形成されている。この導入口 2 1 f b, 2 1 f b … が形成されている位置は、ハウジング 2 1 a の長手方向他端部近傍とされている。このため、排出口 2 1 f b, 2 1 f b … から排出される乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内における長手方向他端部近傍を通過することになる。なお、この端部近傍とは、前記の一端部側と同様、具体的にたとえば、後述する他端部側のポッティング部 2 1 h から 1 c m 程度の位置とされている。また、ポッティング 2 1 h から 3 c m, 5 c m 程度の位置とすることもできる。

【 0 0 2 9 】

そして、乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … からハウジング 2 1 a 内に導入された乾燥空気の一部は、そのままハウジング 2 1 a 内を乾燥空気流出口 2 1 d, 2 1 d … が形成されている方向に流れる。その他の乾燥空気は、バイパス管 2 1 e の導入口 2 1 f a, 2 1 f a … からバイパス管 2 1 e 内のバイパス通路に導入される。バイパス管 2 1 e 内に導入された乾燥気体は、バイパス管 2 1 e 内を通過

し、排出口 2 1 f b, 2 1 f b … から排出されるようになっている。

【 0 0 3 0 】

一方、ハウジング 2 1 a に収容される中空糸膜束 2 1 b は、中空通路を有する水透過性の中空糸膜を多数、たとえば数千本束ね、一端部側にポッティング部 2 1 g、他端部側にポッティング部 2 1 h を設けるようにしてポッティングされている。ハウジング 2 1 a の一端部側に設けられたポッティング部 2 1 g は、乾燥気体流入口 2 1 c, 2 1 c, が形成されている位置より若干端部側に位置している。

【 0 0 3 1 】

また、ポッティング部 2 1 g の外側にはオフガス流出口 2 1 i が形成されている一方、ポッティング部 2 1 h のさらに外側にはオフガス流入口 2 1 j が形成されている。こうして、ポッティング部 2 1 g, 2 1 h を隔てた場合に、オフガス流入口 2 1 j およびオフガス流出口 2 1 i は中空糸膜束 2 1 b を形成する各中空糸膜の内側と連通し、各中空糸膜の外側とオフガス流入口 2 1 j およびオフガス流出口 2 1 i とは気密状態を保つとともに、中空糸膜の内側である中空通路を通流するオフガスと中空糸膜の外側を通流する乾燥空気が混合しないようになっている。さらには、オフガス流入口 2 1 j から流入したオフガスは、ポッティング部 2 1 h よりも外側の位置において各中空糸膜に分配され、各中空糸膜から排出されたオフガスはポッティング 2 1 g よりも外側位置で集められるようになっている。このような中空糸膜モジュール 2 1 は、ハウジング 2 1 a に所定数の中空糸膜の束を挿通し、両端面近傍を接着剤で充分接着固定してポッティング部 2 1 g, 2 1 h を形成した後、ハウジング 2 1 a の両端に沿って中空糸膜の束を切断除去することにより作成される。

【 0 0 3 2 】

他方、一端側分配器 2 2 は、他端側分配器 2 3 とともに 2 本の中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 を所定の位置関係で固定している。この一端側分配器 2 2 は、オフガス出口 2 2 a および乾燥空気入口 2 2 b を有する。オフガス出口 2 2 a は、図 4 (a), (b) に示すように、一端側分配器 2 2 の内部に配した内部流路 2 2 a' によって各中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 のオフガス流出口 2 1 i と連通

している。また、乾燥空気入口 2 2 b は、図 4 (a), (c) に示すように、一端側分配器 2 2 の内部に配した内部流路 2 2 b' によって各中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 の一端部側に形成された乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c...と連通している。

【0033】

一方、他端側分配器 2 3 には、オフガス入口 2 3 a および加湿空気出口 2 3 b が形成されている。オフガス入口 2 3 a は、図 4 (a) に示すように、他端側分配器 2 3 の内部に配した内部流路 2 3 a' によって各中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 のオフガス流入口 2 1 j と連結されている。また、加湿空気出口 2 3 b は、他端側分配器 2 3 の内部に配した内部流路 2 3 b' によって、中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 の他端部側に形成された乾燥空気流出口 2 1 d, 2 1 d...と連通している。

【0034】

このように中空糸膜モジュール 2 1 をパッケージングすることにより、取り扱いの容易さを確保しつつ省スペース化を図ることができる。

【0035】

次に、図 3 ないし図 6 を参照して本発明に係る加湿装置 2 の作用を説明する。湿潤気体であるオフガスは、図 3 および図 4 に示す他端側分配器 2 3 のオフガス入口 2 3 a から加湿装置 2 に流入する。他端側分配器 2 3 に流入したオフガスは、内部流路 2 3 a' を経由して中空糸膜モジュール 2 1 のオフガス流入口 2 1 j に達する。このオフガス流入口 2 1 j を介してハウジング 2 1 a 内に流入したオフガスは、中空糸膜束 2 1 b における各中空糸膜に向けて分岐し、その内側を通流する。中空糸膜の内側を通流したオフガスは、各中空糸膜を抜け出てオフガス流出口 2 1 i から流出される。オフガス流出口 2 1 i から流出したオフガスは、一端側分配器 2 2 の内部通路 2 2 a' を通流して合流する。そして、オフガス出口 2 2 a に達してオフガス出口 2 2 a から排出され、後段の気液分離装置 3 に向かう。

【0036】

一方、乾燥気体である乾燥空気は、一端側分配器 2 2 の乾燥空気入口 2 2 b か

ら加湿装置 2 に入り、内部流路 2 2 b' を経由して分配され各中空糸膜モジュール 2 1, 2 1 の一端部側に形成された乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … からハウジング 2 1 a 内に導入される。ハウジング 2 1 a 内に導入された乾燥空気は、中空糸膜の外側を通流する。このとき、中空糸膜の外側を乾燥空気が通流し、中空糸膜の内側にはオフガスが通流しており、中空糸膜によってオフガスから水分が分離されている。この分離された水分によって、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気が加湿されて加湿空気となる。

【 0 0 3 7 】

この点についてさらに説明すると、中空糸膜の内側に水分を多く含有するオフガスを通流し、外側に相対的に水分を少ししか含有しない乾燥空気を通流する。すると、中空糸膜の内側ではオフガス中の水分が凝縮し、外側では乾燥空気によって水分が蒸発する。同時に、中空糸膜の内側から外側に向けて、内側で凝縮したオフガスの水分が毛管現象により供給される。これにより、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気の加湿が行われる。つまり、中空糸膜においては、中空糸膜の内側と外側を通流する気体の水分含有量の差を推進力として、水透過（水分離）が行われる。

【 0 0 3 8 】

こうして得られた加湿空気は、加湿空気流出口 2 1 d, 2 1 d … から出口側分配器 2 3 における内部流路 2 3 b' に向けて排出される。内部流路 2 3 b' では、中空糸膜モジュール 2 1 から排出された加湿空気が集められて加湿空気出口 2 3 b に向かい、その後、加湿空気出口 2 3 b を経て後段の気液分離装置 3 に供給される。

【 0 0 3 9 】

このようにして、オフガスと乾燥空気との間で水分交換が行われるが、本発明においては、図 5 に黒矢印で示すように、乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c からハウジング 2 1 a 内に導入された乾燥空気の一部は、そのまま中空糸膜束 2 1 b 間における中空糸膜の外側を通流して乾燥空気流出口 2 1 d, 2 1 d … に向けて移動する。その一方、ハウジング 2 1 a 内に導入された乾燥空気のうちの残りは、導入口 2 1 f a, 2 1 f a を介してバイパス管 2 1 e 内に流入する。バイパス管

2 1 e 内においては、バイパス管 2 1 e の外側よりも抵抗値が低いので容易に排出口 2 1 f b, 2 1 f b … まで乾燥空気が移動する。こうして、排出口 2 1 f b, 2 1 f b … の位置まで移動してきた乾燥空気は、排出口 2 1 f b, 2 1 f b … から、バイパス管 2 1 e の外側であってハウジング 2 1 a の内側に排出される。

【 0 0 4 0 】

このように、乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … から導入され、そのまま中空糸膜束 2 1 b 間における中空糸膜の外側を通流して乾燥空気流出口 2 1 d, 2 1 d … に向かった乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内に収納された中空糸膜束 2 1 b のうち、長手方向中央部分において主に水分交換が行われる。一方、バイパス管 2 1 e 内を通過した乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内に収納された中空糸膜束 2 1 b のうち、長手方向両端部分のエリア S, S において主に水分交換が行われる。このため、ハウジング 2 1 a 内における全域において、ほぼ均一に乾燥空気を行き渡らせることができる。したがって、中空糸膜束 2 1 b の全体においてほぼ均一に水分交換を行うことができるので、水回収率を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

次に、本発明の第 2 の実施形態について図 7 および図 8 を参照して説明する。

図 7 は、第 2 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図、図 8 (a) は、図 7 の X-X 線断面図、(b) は図 7 の Y-Y 線断面図である。なお、本実施形態は、前記第 1 の実施形態と共通する部分もあるので、前記第 1 の実施形態と異なる部分について主に説明し、前記第 1 の実施形態と共通する部分については、図面中において同一の番号を付してその説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

図 7 および図 8 に示すように、本実施形態に係る中空糸膜モジュール 3 1 は、前記第 1 の実施形態と異なる構成として、ハウジング 2 1 a 内にバイパス通路を形成するバイパス管 3 1 e が配設されている。

【 0 0 4 3 】

このバイパス管 3 1 e には、入口側分配器 2 2 の乾燥空気流入口 2 2 b から乾燥空気をバイパス管 3 1 e 内に直接導入する導入管 3 1 f a が設けられている。また、バイパス管 3 1 e には多数の排出口 3 1 f b, 3 1 f b … が形成されてお

り、これらの排出口 3 1 f b, 3 1 f b … はそれぞれバイパス管 3 1 e の長手方向に離間して配置されている。その他の構成については、前記第 1 の実施形態と実質的に同一である。

【 0 0 4 4 】

かかる構成を有する本実施形態の作用について述べる。

本実施形態においては、入口側分配器 2 2 における内部流路 2 2 b' を経てきた乾燥空気が、ハウジング 2 1 a における乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … からハウジング 2 1 a 内に導入される。それとともに、乾燥空気は、導入管 3 1 e を通過してバイパス管 3 1 e 内に導入される。

【 0 0 4 5 】

乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … から導入された乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内において直接乾燥空気流出口に向けて移動する。一方、バイパス管 3 1 e 内に導入された乾燥空気は、バイパス管 3 1 e の長手方向に離間して配置された多数の排出口 3 1 f b, 3 1 f b … からバイパス管 3 1 e の外側に排出される。これら多数の排出口 3 1 f b, 3 1 f b … は、バイパス管 3 1 e の長手方向に離間して配置されているので、バイパス管 3 1 e を経て導入された乾燥空気は、ハウジング 2 1 a の長手方向中央部および端部に相当するエリア S, S に至るまで、ハウジング 2 1 a 内における全体の隅々にまで行き渡ることになる。

【 0 0 4 6 】

このため、ハウジング 2 1 a の長手方向の両端部および中央部においても、中空糸膜束 2 1 b と乾燥空気とが水分交換を行うことができる。したがって、中空糸膜 2 1 b の両端部から中央部に至る全域において十分に水分交換を行うことができるので、水回収率を向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、こうして乾燥空気流入口 2 1 c, 2 1 c … およびバイパス管 3 1 e の排出口 3 1 f b, 3 1 f b … からハウジング 2 1 a における中空糸膜の外側部位に導入された乾燥空気は、中空糸膜の外側を通流する。このときに、乾燥空気は、中空糸膜内を通流するオフガスの水分によって加湿されて加湿気体となる。そして、加湿気体流出口から排出されて、適宜の流路を経て図 1 に示す後段の気液分

離装置 3 に供給される。

【 0 0 4 8 】

続いて、第 3 の実施形態について図 9 を参照して説明する。

図 9 は、第 3 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同一の部分については同一の番号を付してその説明を省略する。

【 0 0 4 9 】

図 9 に示すように、本実施形態に係る中空糸膜モジュール 4 1 おいては、ハウジング 4 1 a の長手方向中央部が軸中心方向に向けてくびれている。このくびれにより、ハウジング 4 1 a 内に収納されている中空糸膜束 4 1 b の長手方向中央部は、軸中心方向によっている。その他の部分については、前記第 1 の実施形態と同一である。

【 0 0 5 0 】

かかる構成を有する本実施形態においては、前記第 1 の実施形態同様、2 1 c , 2 1 c … からハウジング 4 1 a 内に乾燥空気が導入され、その一部は乾燥空気流出口 2 1 d , 2 1 d 方向に直接移動する。乾燥空気の他部は、バイパス管 3 1 e の一端部側に形成された導入口 2 1 f a , 2 1 f a … からバイパス管 3 1 e 内に導入される。バイパス管 3 1 e 内に導入された乾燥空気は、バイパス管 3 1 e の他端部側に形成された排出口 2 1 f b , 2 1 f b … から排出される。

【 0 0 5 1 】

ここで、本実施形態では、ハウジング 4 1 a の長手方向中央部が軸中心方向に向けてくびれている。そのため、乾燥空気流入口 2 1 c , 2 1 c … から導入された乾燥空気が通過する部位における中空糸膜束 4 1 b の断面積が小さくなっている。乾燥空気が中空糸膜束 4 1 b 全体に行き渡りやすくなる。

【 0 0 5 2 】

さらに、第 4 の実施形態について図 1 0 を参照して説明する。

図 1 0 は、第 4 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同一の部分については同一の番号を付してその説明を省略する。

【 0 0 5 3 】

図 1 0 に示すように、本実施形態に係る中空糸膜モジュール 5 1 においては、ハウジング 2 1 a 内にバイパス管 5 1 e が配設されている。バイパス管 5 1 e には、バイパス管 5 1 e 内に乾燥空気を導入する太径の導入管 5 1 f a が設けられている。また、本実施形態では乾燥空気をハウジング 2 1 a 内に直接導入する乾燥空気流入口は形成されていない。このため、入口側分配器 2 2 の内部流路 2 2 b' を経てきた乾燥空気は、すべてバイパス管 5 1 e 内に導入される。

【 0 0 5 4 】

また、バイパス管 5 1 e には、複数の排出口 5 1 f b, 5 1 f b … が形成されており、これらの排出口 5 1 f b, 5 1 f b … は、バイパス管 5 1 e の長手方向に離間して配置されている。その他の部分については、前記第 1 の実施形態と同一である。

【 0 0 5 5 】

かかる構成を有する本実施形態においては、バイパス管 5 1 e における導入口 5 1 f a より、バイパス管 5 1 e 内に乾燥空気が導入される。バイパス管 5 1 e 内に導入された乾燥空気は、バイパス管 5 1 e の長手方向に離間して形成された複数の排出口 5 1 f b, 5 1 f b … からハウジング 2 1 a 内に収納された中空糸膜束 2 1 b に向けて排出される。このとき、排出口 5 1 f b, 5 1 f b … は、バイパス管 5 1 e の長手方向に離間して複数形成されているので、中空糸膜束 2 1 b の全域にわたって乾燥空気を供給することができる。したがって、中空糸膜 2 1 b の全域において十分に水分交換を行うことができるので、水回収率を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

次に、第 5 の実施形態について図 1 1 を参照して説明する。

図 1 1 は、第 5 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同一の部分については同一の番号を付してその説明を省略する。

図 1 1 に示すように、本実施形態に係る中空糸膜モジュール 6 1 は、ハウジング 2 1 a の一端部側に乾燥空気流入口 6 1 c が、他端部側に形成されている乾燥

空気流出口 6 1 d がそれぞれ一つずつ形成されている。また、これらの乾燥空気流出口 6 1 c および乾燥空気流出口 6 1 d は、バイパス管 2 1 e を隔てて互いに対向する位置に配置されている。

【 0 0 5 7 】

かかる構成を有することにより、本実施形態では、バイパス管 2 1 e の排出口 2 1 f b, 2 1 f b … から排出された乾燥空気は、ハウジング 2 1 a 内の短手方向にも行き渡ることになる。したがって、ハウジング 2 1 a 内を通流する乾燥気体の移動経路が長くなり、ハウジング 2 1 a 内で乾燥空気が滞留し、中空糸膜束 2 1 b を構成する中空糸膜との接触時間が長くなるので、十分に水分交換を行うことができる。よって、水回収率の向上に寄与することができる。

【 0 0 5 8 】

他方、前記各実施形態においては、バイパス管をハウジングの短手方向中央部に配設したが、この位置に配設することは必須ではない。たとえば、図 1 2 に示すように、仮想線で示す中央位置に配設したバイパス管 2 1 e を、若干下方にオフセットさせる態様とすることができる。また、図示はしないが、もちろん上方や側方、さらには斜め方向にオフセットさせる態様とすることもできる。

【 0 0 5 9 】

あるいは、バイパス管は 1 本のみとする必要はない。たとえば、図 1 3 (a) に示すように、2 本のバイパス管 2 1 e, 2 1 e を配設することができるし、図 1 3 (b) に示すように、3 本のバイパス管 2 1 e, 2 1 e, 2 1 e を配設することもできる。

【 0 0 6 0 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、前記の各実施形態に限定されるものではない。たとえば、ハウジング内においてオフガスと乾燥空気を向流となるように通流させているが、並流となるように通流させる態様とすることもできる。

【 0 0 6 1 】

このとき、乾燥空気とオフガスを向流とするメリットとしては、中空糸膜内の湿度濃度差を均一化することができるので、水透過効率が向上することが挙げら

れる。また、気体の入口と出口が対向することになるので、ガス配管のレイアウト性が向上する。さらには、中空糸膜による熱交換効率が良くなるので、ガスの冷却性能が向上する。しかも、熱交換率が高いので、乾燥空気の出口の温度をオフガスの出口の温度に合わせやすいため、温度調節が容易となる。したがって、燃料電池へ供給する空気の湿度を管理しやすくなる。

【 0 0 6 2 】

ここで、加湿装置が有する温度調節機能について補足する。

例えば、スーパーチャージャなどの空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は、およそ 30°C （燃料電池のアイドリング時）～ 120°C （燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。一方、燃料電池は温度調節下約 80°C で運転され、 $80^{\circ}\text{C} + \alpha$ 程度のオフガスが排出される。このオフガスと空気圧縮機で圧縮された乾燥空気を加湿装置に通流すれば、中空糸膜において水分移動とともに熱移動も起こり、乾燥空気はオフガスに近い温度（つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度）の加湿空気になって燃料電池に供給される。即ち、乾燥空気は、燃料電池のアイドリング時などの低出力時には加湿装置により加湿および加温されて燃料電池に供給され、燃料電池の最高出力時などの高出力時には加湿装置により加湿および冷却され、安定した温度範囲の加湿空気として燃料電池に供給される。したがって、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができ、燃料電池の発電効率が高くなる。

【 0 0 6 3 】

また、空気圧縮機の吐出側にインタークーラが取り付けられる場合は、空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は冷却（又は加温）され、およそ 50°C （燃料電池のアイドリング時）～ 60°C （燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。このインタークーラを通過した乾燥空気をオフガス（ $80^{\circ}\text{C} + \alpha$ ）が通流する加湿装置に通流すれば、乾燥空気は、中空糸膜において加湿及び温度調節（加温）されオフガスに近い温度、つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度範囲の加湿空気になって燃料電池に供給される。したがって、インタークーラが取り付けられた場合も、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができ、燃料電池の発電効率が高くなる。

【 0 0 6 4 】

一方、乾燥空気とオフガスを並流とするメリットとしては、乾燥空気とオフガスが入口部分で湿度濃度差が高いので、加湿効率が向上するため、中空糸膜自体の全長を短縮できるので、装置の小型化に寄与することが挙げられる。また、装置を小型化できるので、中空糸を整列させて束ねることが容易となり、これらのことにより、コストの低減に寄与する。さらには、乾燥空気の熱交換率が低くなるので、高出力時に燃料電池に供給するガス温度を高めを設定することができる。したがって、燃料電池の効率を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

また、加湿装置は中空糸膜モジュールを2本備えているが、1本やそれ以外の本数でもよいことはいうまでもない。さらに、前記各実施形態では「中空糸膜の内側を通流する気体」をオフガスとし、「中空糸膜の外側を通流する気体」を乾燥空気としているが、これらを逆にすることもできる。

【 0 0 6 6 】

なお、中空糸膜モジュールなどのハウジング内における乾燥空気（加湿空気）が通流する部分に水分が凝縮して水溜りを生じると、中空糸膜の外側の表面積を有効に活用することができなくなるおそれがある。したがって、ハウジング内に水溜りが生じないように、中空糸膜モジュールなどの下方からも、加湿空気を抜き出せるようにしておくのが好ましい。このようにすることで、凝縮した水を加湿空気とともに容易にハウジング内から抜き出すことができ、水溜りの発生を防止する。なお、抜き出した水は、キャッチタンクなどにより捕集し、他の系に廻すなどして再利用するのが好ましい。

【 0 0 6 7 】

【発明の効果】

以上のとおり、本発明のうちの請求項1に係る発明によれば、バイパス通路を通過することによって、中空糸膜の外側を通流する気体をハウジング内の隅々まで送ることができる。したがって、ハウジング内における中空糸膜束の全域にわたって中空糸膜の外側を通流する気体を供給することができるので、ハウジング内の端部における中空糸膜でも有効に水分交換を行うことができ、もって水回収

率の向上に寄与することができる。

【 0 0 6 8 】

請求項 2 に係る発明によれば、バイパス管の長手方向に離間して複数の排出口が形成されているので、ハウジング内において、その長手方向にほぼ均等に中空糸膜の外側を通流する気体を排出することができる。このため、ハウジング内に収納された中空糸膜のほぼ全域に中空糸膜の外側を通流する気体を供給することができるので、中空糸膜全体において水分交換を行うことができる、水回収率をさらに向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

請求項 3 に係る発明によれば、流入口から導入された中空糸膜の外側を通流する気体は、ハウジング内の短手方向に移動しながら中空糸膜の外側を通過する。したがって、中空糸膜の外側を移動する中空糸膜の外側を通流する気体の移動径路が長くなるので、充分水分交換を行うことができる。よって、水回収率をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

燃料電池システムの全体構成図である。

【図 2】

燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図 3】

(a) は、本発明に係る加湿装置を示す斜視図、(b) は、中空糸膜モジュールの斜視図である。

【図 4】

(a) は、本発明に係る加湿装置の側断面図、(b) は、(a) の X-X 線断面図、(c) は、(a) の Y-Y 線断面図である。

【図 5】

第 1 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。

【図 6】

(a) は、図 5 の X-X 線断面図、(b) は、図 5 の Y-Y 線断面図である。

【図 7】

第 2 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。

【図 8】

(a) は、図 7 の X - X 線断面図、(b) は、図 7 の Y - Y 線断面図である。

【図 9】

第 3 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。

【図 1 0】

第 4 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。

【図 1 1】

第 5 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの側断面図である。

【図 1 2】

第 1 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの変形例を示す縦断面図である。

【図 1 3】

(a) は、第 1 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの変形例を示す縦断面図、

(b) は、第 1 の実施形態に係る中空糸膜モジュールの他の変形例を示す縦断面図である。

【図 1 4】

従来の加湿装置の側断面図である。

【符号の説明】

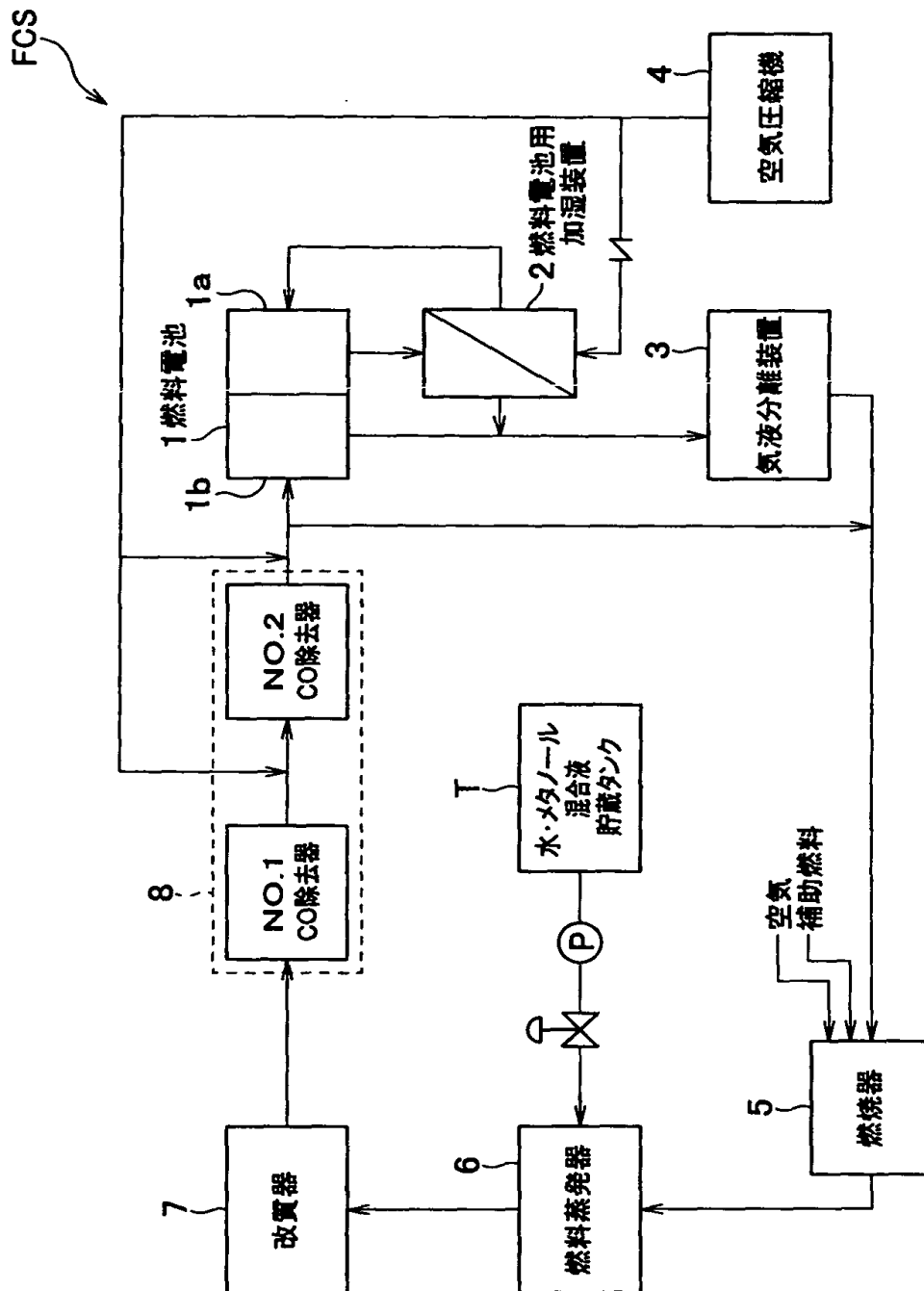
- 1 燃料電池
- 2 加湿装置
- 2 1 a ハウジング
- 2 1 b 中空糸膜束
- 2 1 c 乾燥空気流入口
- 2 1 d 乾燥空気流出口
- 2 1 e バイパス管（バイパス通路）
- 2 1 f a 導入口
- 2 1 f b 排出口
- 2 1 i オフガス流入口

2 1 j オフガス流出口
F C S 燃料電池システム

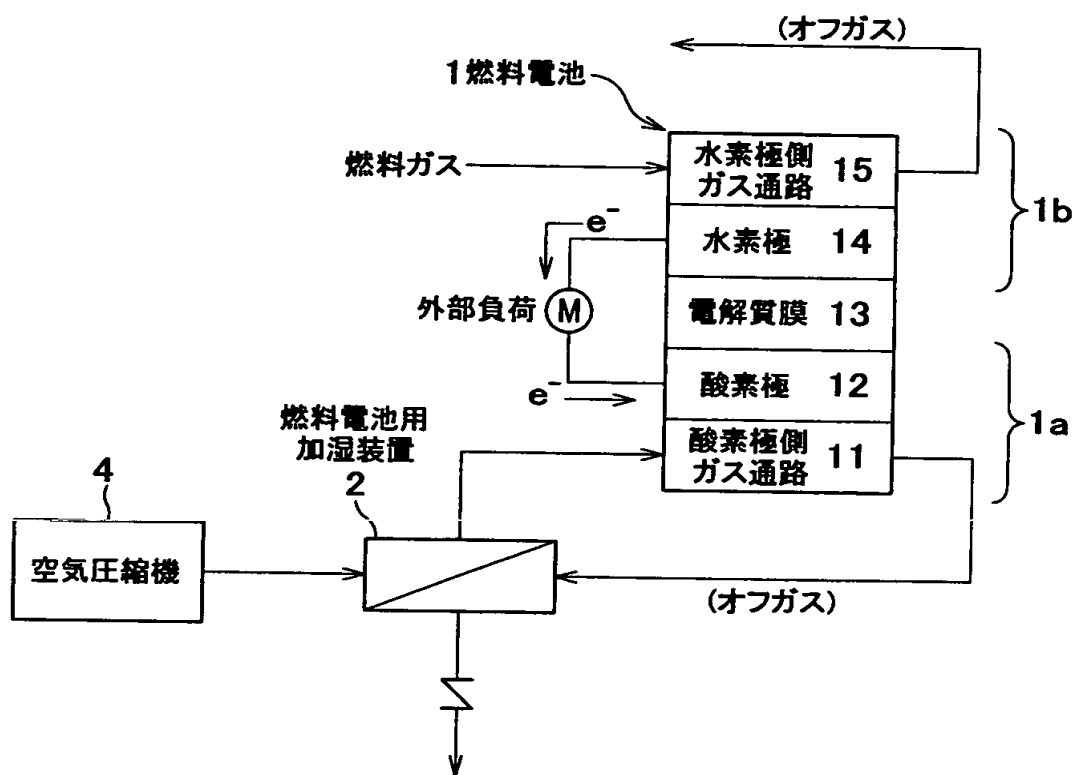
【書類名】

図面

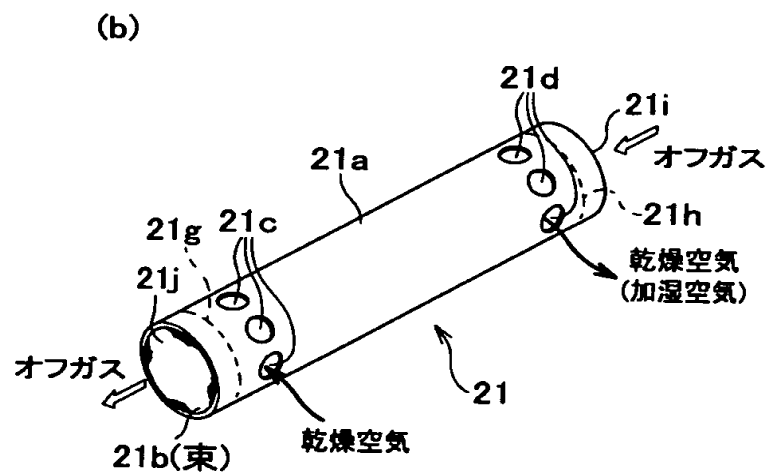
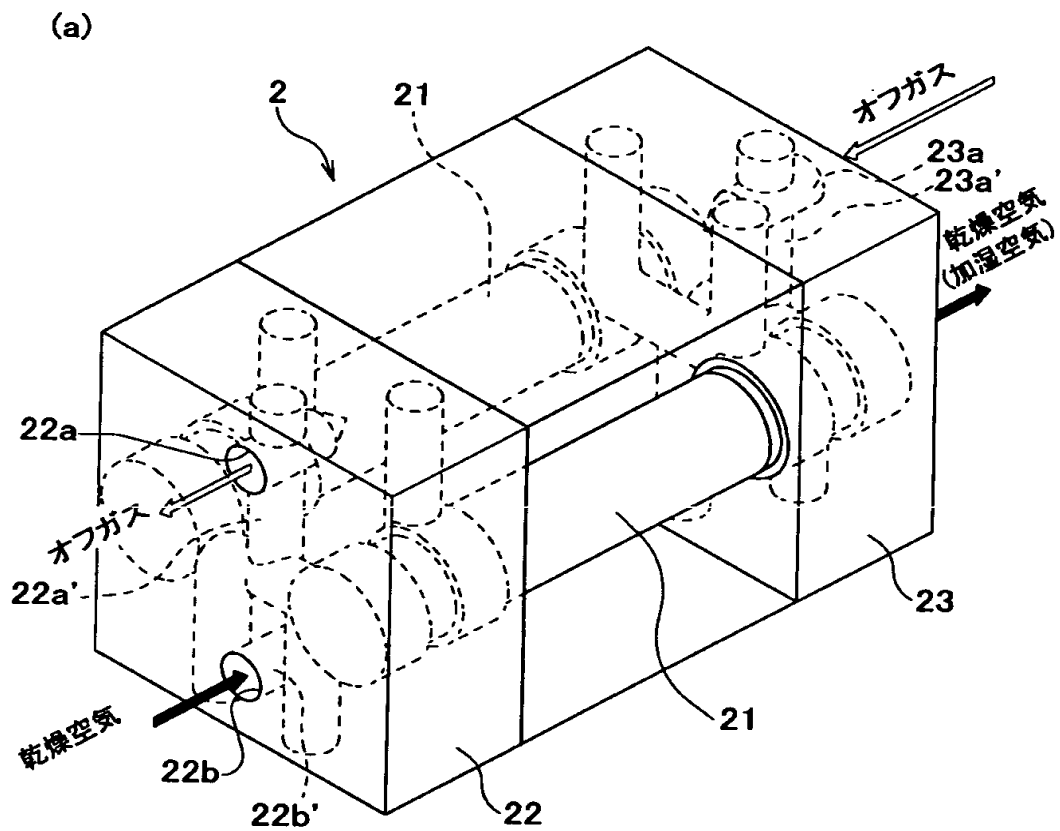
【図1】



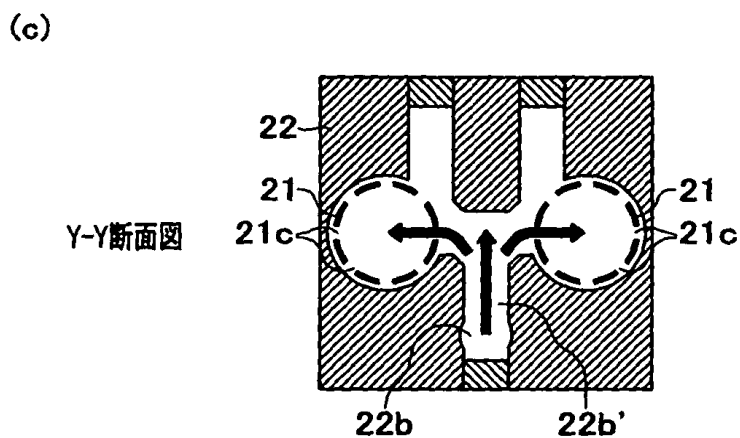
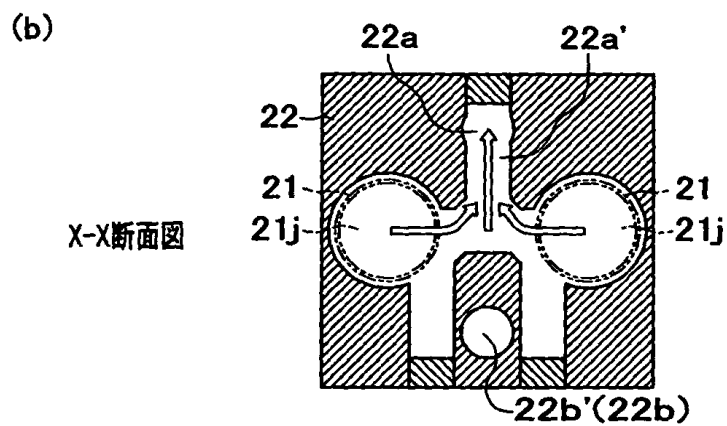
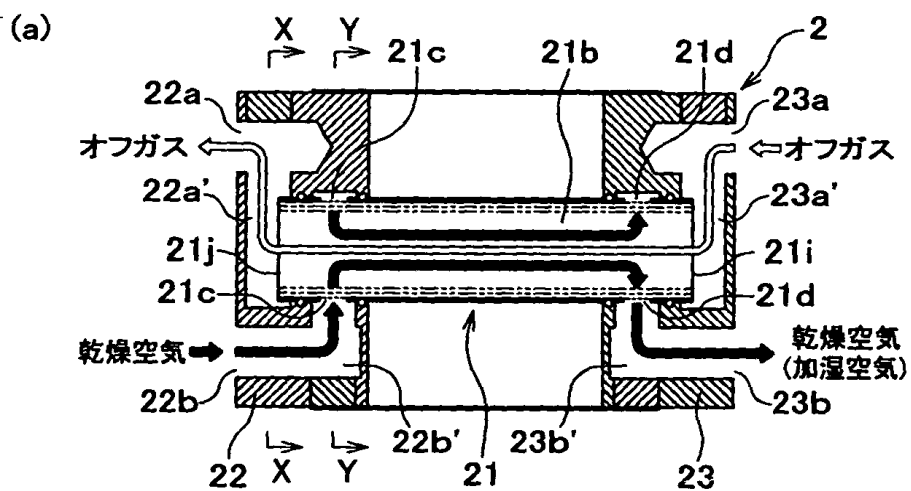
【図 2】



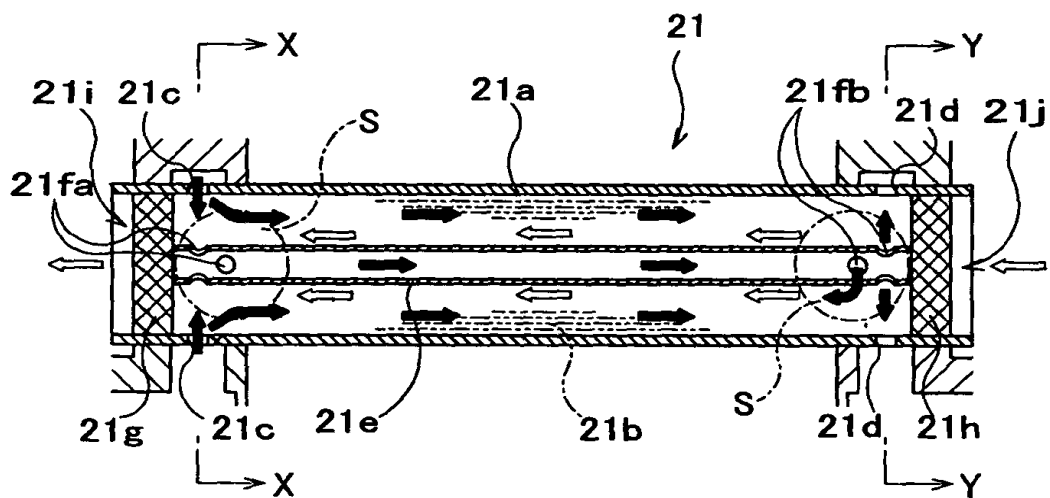
【図3】



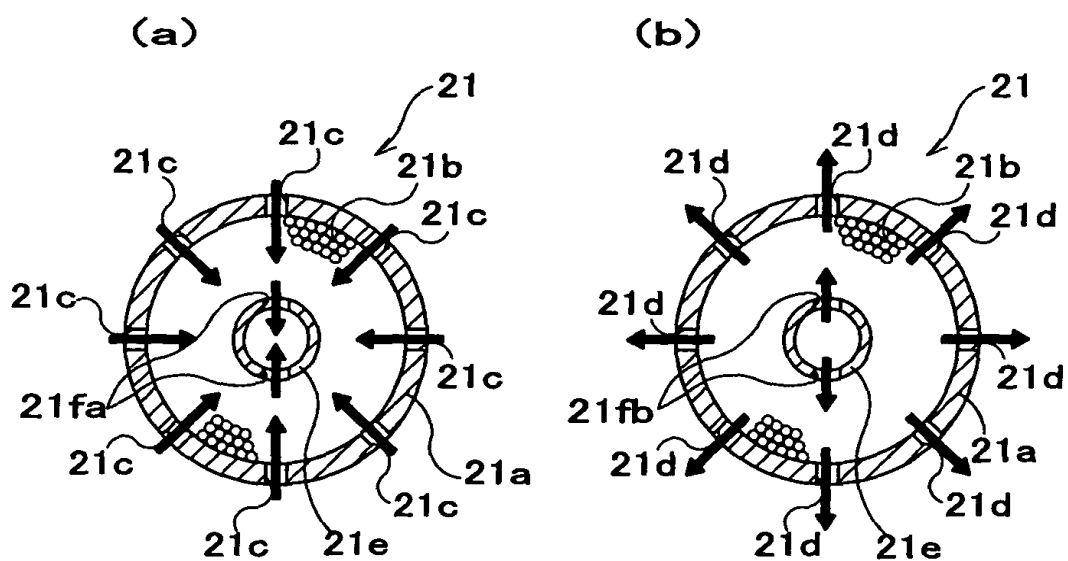
【図4】



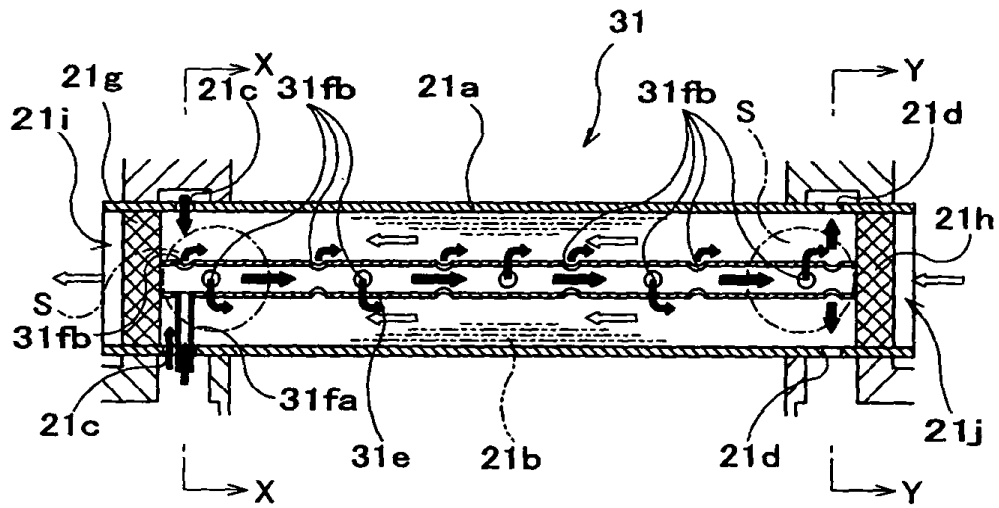
【図5】



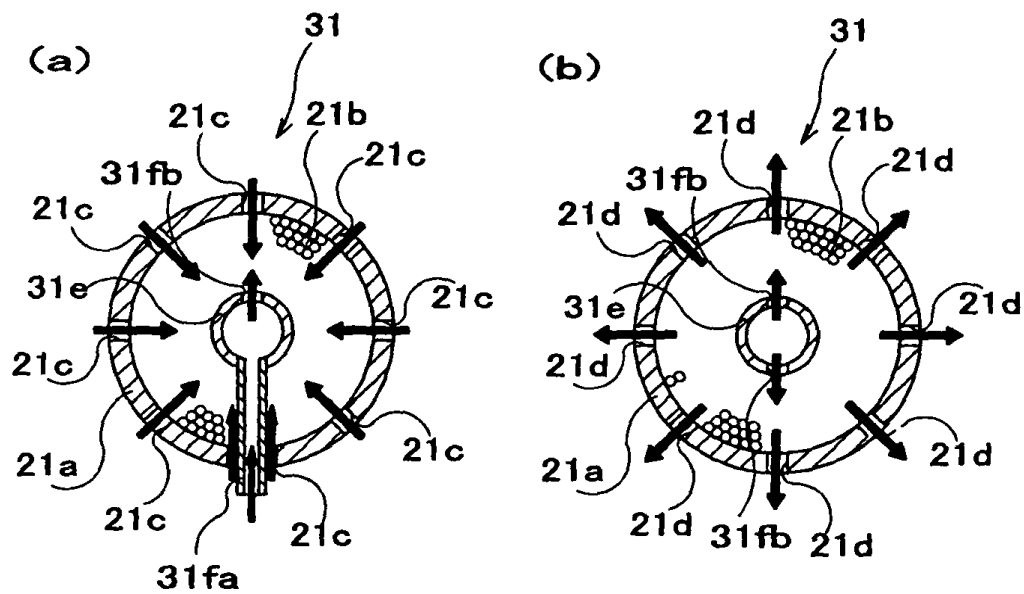
【図6】



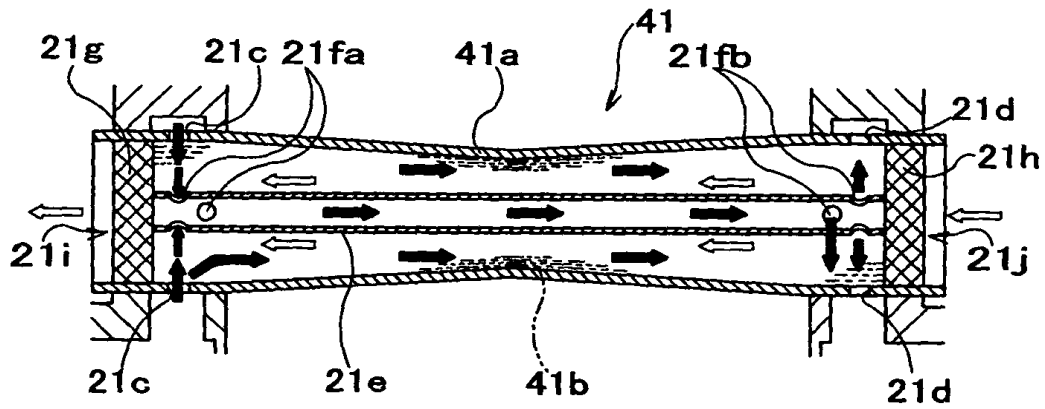
【図7】



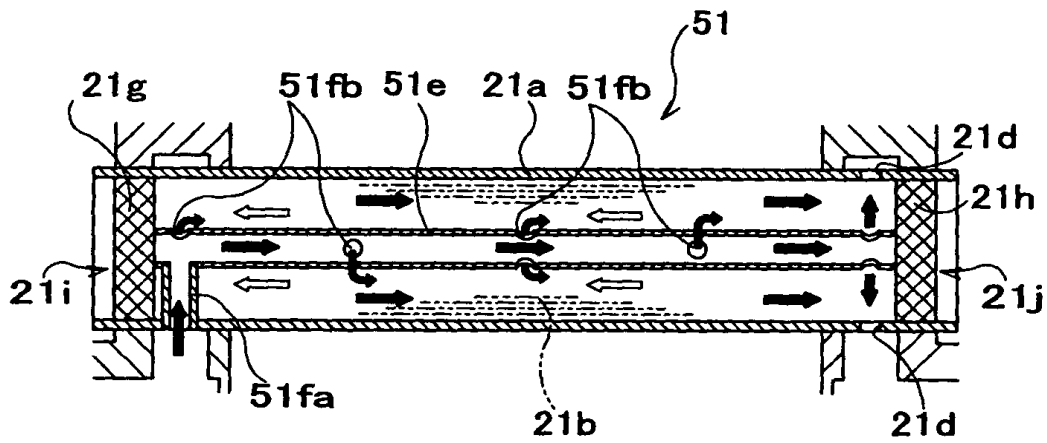
【図8】



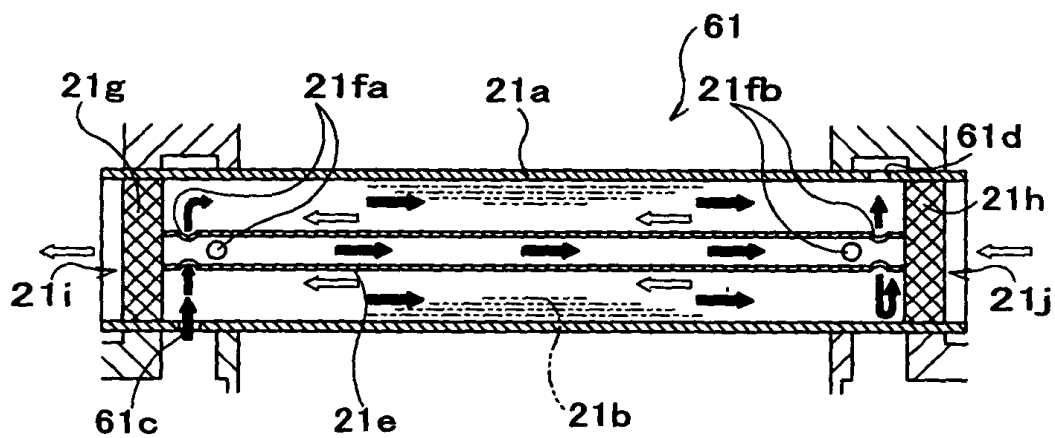
【図9】



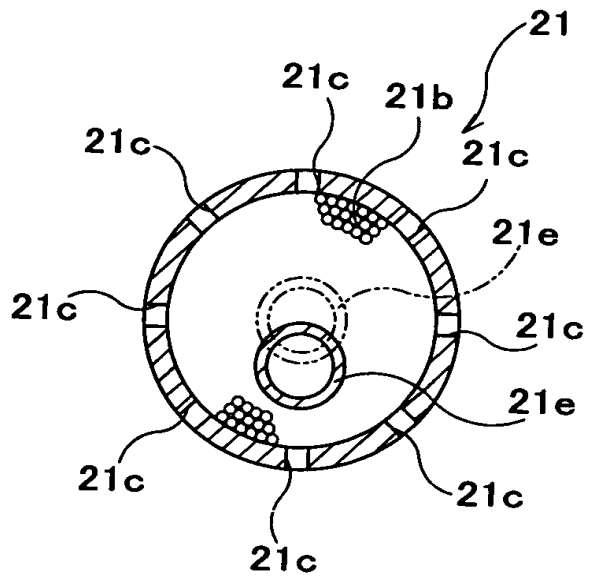
【図10】



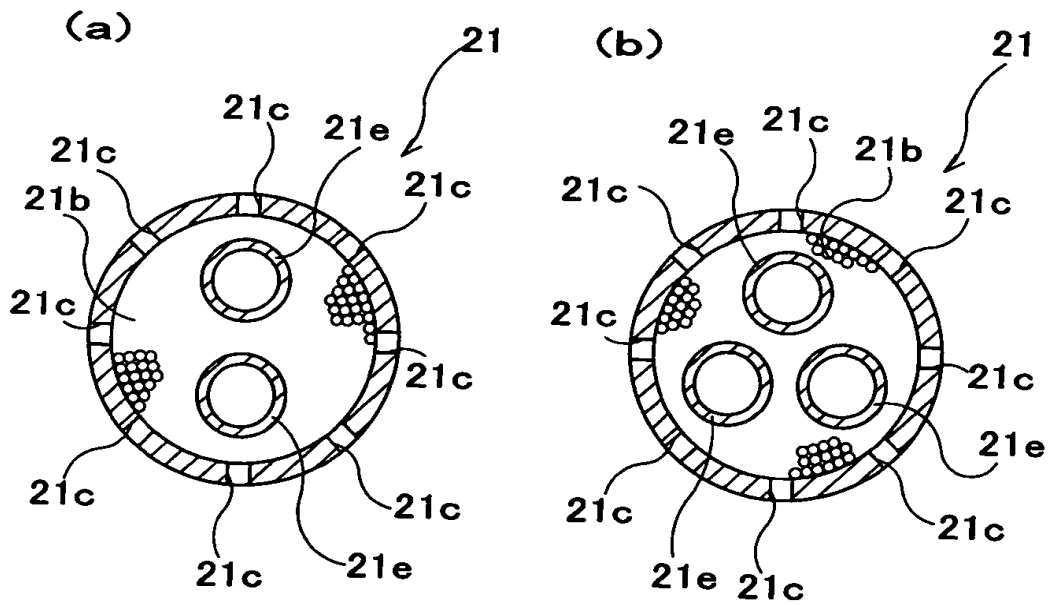
【図11】



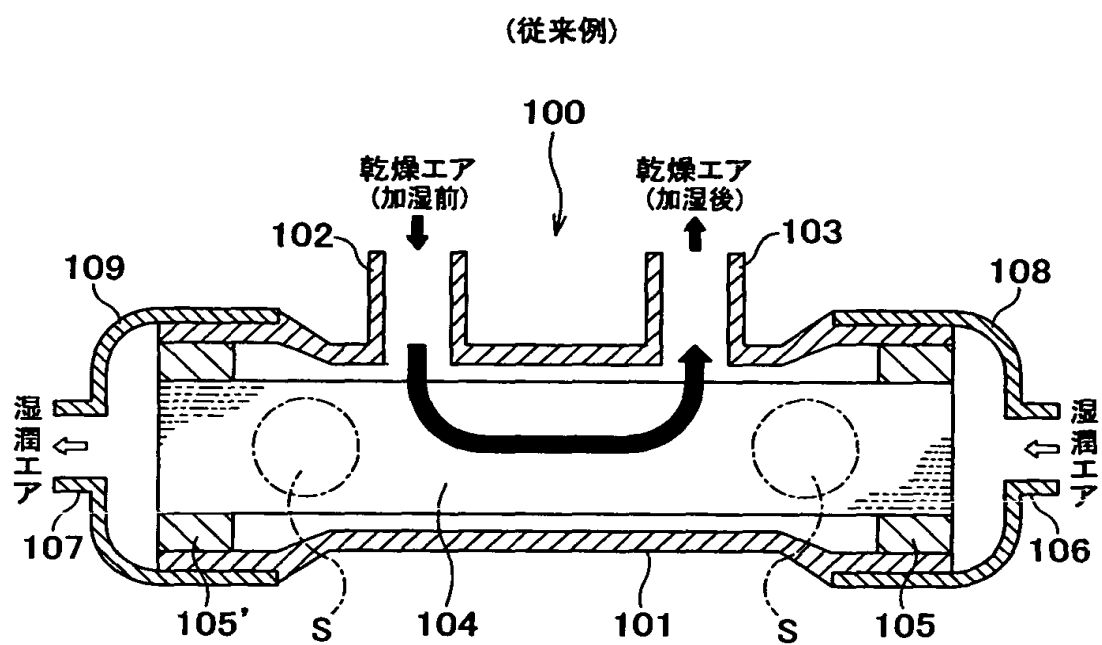
【図 12】



【図 13】



【圖 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハウジングに収納された中空糸膜束における端部でも水分交換を充分行うことができるようにすることによって、水回収率の向上を図る。

【解決手段】 燃料電池用加湿装置であって、ハウジング 2 1 a の長手方向に沿って配した水透過性の中空糸膜を束ねてなる中空糸膜束 2 1 b がハウジング 2 1 a 内に収納されている。中空糸膜の内側にオフガスが通流し、中空糸膜の外側に乾燥空気が通流して水分交換が行われ、乾燥空気を加湿する。ハウジング 2 1 a の中央部には乾燥空気のバイパス管 2 1 e が配設されている。このバイパス管 2 1 e に設けられた導入口 2 1 f a, 2 1 f a … から乾燥空気が流入してバイパス管 2 1 e 内を通流する。バイパス管 2 1 e 内を通流した乾燥気体は、排出口 2 1 f b, 2 1 f b … から排出される。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名 本田技研工業株式会社